

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2004-126192

(43)Date of publication of application : 22.04.2004

(51)Int.Cl.

G02B 26/10  
B41J 2/44  
G02B 5/18  
G02B 13/00  
H04N 1/113

(21)Application number : 2002-289682

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 02.10.2002

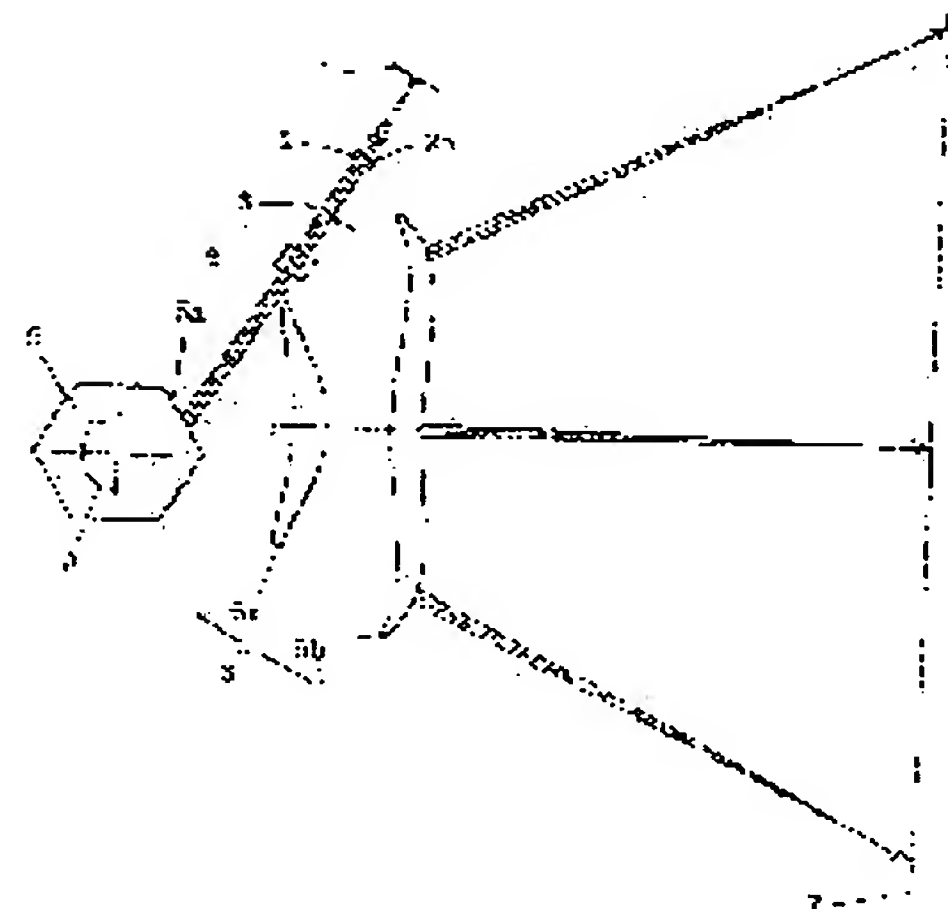
(72)Inventor : ISHIBE YOSHIHIRO

(54) OPTICAL SCANNER AND IMAGE FORMING APPARATUS USING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a compact optical scanner which is tolerant of ambient temperature variation and wavelength variation of a semiconductor laser and suitable for high-definition printing, and an image forming apparatus using the same.

SOLUTION: The optical scanner has a light source means 1, an optical means 2 which guides luminous flux from the light source means to an optical deflecting means 5, and an imaging optical system 6 which guides luminous flux from the deflecting means to a surface 7 to be scanned and optically scans the surface to be scanned through the rotating operation of the deflecting means; and the optical means has a diffraction part on one or more surfaces and satisfies respective conditional expressions.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

27.09.2005

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-126192

(P2004-126192A)

(43) 公開日 平成16年4月22日(2004.4.22)

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>

G02B 23/10  
B41J 2/44  
G02B 5/18  
G02B 13/00  
H04N 1/113

F I

G02B 26/10  
G02B 26/10  
G02B 5/18  
G02B 13/00  
B41J 3/00

Z  
D  
  
  
D

テーマコード (参考)

2C362  
2H045  
2H049  
2H087  
5C072

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 44 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-289682 (P2002-289682)  
(22) 出願日 平成14年10月2日 (2002. 10. 2)

(71) 出願人 000001007  
キヤノン株式会社  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号  
(74) 代理人 100086818  
弁理士 高梨 幸雄  
(72) 発明者 石部 芳浩  
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ  
ヤノン株式会社内

Fターム (参考) 2C362 AA03 AA43 AA44 AA45 AA46  
AA48 BA84 DA03  
2H045 CB00 CB22 CB24 DA41  
2H049 AA50 AA55 AA64  
2H087 KA19 LA25 NA08 PA01 PA17  
PB01 QA07 QA13 QA33 RA46  
UA01

最終頁に続く

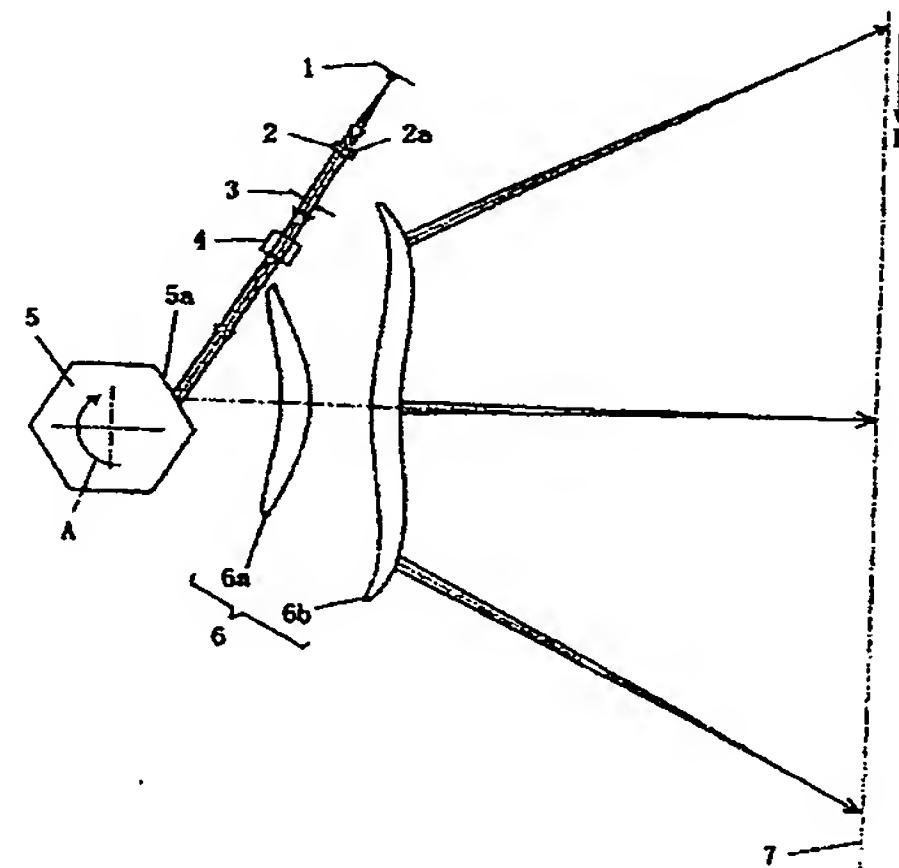
(54) 【発明の名称】 光走査装置及びそれを用いた画像形成装置

(57) 【要約】

【課題】 環境温度変動と半導体レーザーの波長変動に強い、高精細印字に適したコンパクトな光走査装置及びそれを用いた画像形成装置を得ること。

【解決手段】 光源手段1と、該光源手段からの光束を光偏向手段5に導光する光学手段2と、該光偏向手段からの光束を被走査面7に導光する結像光学系6と、を有し、該光偏向手段の回動動作に基いて該被走査面を光走査する光走査装置において、該光学手段は1以上の面に回折部を有しており、各条件式を満足させること。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源手段と、該光源手段からの光束を光偏向手段に導光する光学手段と、該光偏向手段からの光束を被走査面に導光する結像光学系と、を有し、該光偏向手段の回動動作に基いて該被走査面を光走査する光走査装置において、  
該光学手段は 1 以上の面に回折部を有しており、

【外 1】

$f_{f\theta}$  : 結像光学系の焦点距離 (mm)

$f$  : 光学手段の焦点距離 (mm)

10

$w_0$  : 被走査面上におけるスポットの半径 (mm)

$\lambda_0$  : 光源手段の基準発振波長 (nm)

$\phi_{\lambda_0}^{refr}$  : 光源手段の基準発振波長  $\lambda_0$  における光学手段の屈折部のパワー  
(1/mm)

$\phi_{\lambda_0}^{diff}$  : 光源手段の基準発振波長  $\lambda_0$  における光学手段の回折部のパワー  
(1/mm)

20

$\nu_i^{refr}$  : 5℃～50℃の温度範囲における光学手段の材質の屈折率の環境温度  
依存性による屈折部の分散値

$\nu_i^{diff}$  : 5℃～50℃の温度範囲における光源手段の発振波長変化による光学  
手段の回折部の分散値

とするとき、

30

【外 2】

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2}{fw_0^2 \left[ \left( \frac{\nu_i^{refr}}{\nu_i^{diff}} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 2.356$$

$$-0.85 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{\nu_i^{diff}} < \frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{\nu_i^{refr}} < -1.15 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{\nu_i^{diff}}$$

40

なる条件を満足することを特徴とする光走査装置。

【請求項 2】

光源手段と、該光源手段からの光束を光偏向手段に導光する光学手段と、  
該光源手段と該光学手段とを一体的に保持する保持手段と、  
該光偏向手段からの光束を被走査面に導光する結像光学系と、を有し、該光偏向手段の回  
動動作に基いて該被走査面を光走査する光走査装置において、  
該光学手段は 1 以上の面に回折部を有しており、

【外 3】

$f_{f\theta}$  : 結像光学系の焦点距離 (mm)

$f$  : 光学手段の焦点距離 (mm)

$w_0$  : 被走査面上における集光スポットの半径 (mm)

$\lambda_0$  : 光源手段の基準発振波長 (nm)

$n_{\lambda_0}$  : 光源手段の基準発振波長における光学手段の材質の屈折率

$dn$  : 環境温度が 25℃ 上昇したときの光学手段の材質の屈折率の変化量

10

$\rho$  : 保持手段の部材の線膨張係数

$\frac{a}{b}$  :  $\lambda_0$  における光学手段の回折部のパワーに対する屈折部のパワー比率

とするとき、

【外 4】

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2 \lambda_0}{f w_0^2} \left( \frac{-\frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} - \frac{0.0000075}{\lambda_0}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{0.0000075}{\lambda_0}} - 25\rho \right) \right| < 2.356$$

20

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2}{f w_0^2 \left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 2.356$$

30

なる条件を満足することを特徴とする光走査装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 に記載の光走査装置と、外部機器から入力したコードデータを画像信号に変換して前記光走査装置に入力せしめるプリンタコントローラとを有していることを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は光走査装置及びそれを用いた画像形成装置に関し、特に光源として半導体レーザーを使用し、安価な材料でコリメータレンズを構成したにも拘わらず、耐環境特性に優れた、高精細印字に適した、例えば電子写真プロセスを有するレーザービームプリンタやデジタル複写機やマルチファンクションプリンタ（多機能プリンタ）等の画像形成装置に好適なものである。

40

【0002】

【従来の技術】

従来よりレーザービームプリンタやデジタル複写機等に用いられる光走査装置においては光源手段から画像信号に応じて光変調され出射した光束を、例えば回転多面鏡（ポリゴンミラー）より成る光偏向器により周期的に偏向させ、 $f\theta$  特性を有する  $f\theta$  レンズ系によって感光性の記録媒体（感光ドラム）面上にスポット状に収束させ、該記録媒体面上を光走査して画像記録を行なっている。

50

## 【0003】

図5は従来の光走査装置の要部概略図である。

## 【0004】

同図において半導体レーザーより成る光源手段91から出射した光束はコリメータレンズ92によって略平行光束とされ、開口絞り93によって該光束(光量)を整形して副走査方向のみに屈折力を有するシリンドリカルレンズ94に入射している。シリンドリカルレンズ94に入射した略平行光束のうち主走査断面内においてはそのままの状態に出射し、副走査断面内においては収束して回転多面鏡(ポリゴンミラー)から成る光偏向器95の偏向面95a近傍にほぼ線像として結像している。

## 【0005】

そして光偏向器95の偏向面95aで反射偏向された光束を $f\theta$ 特性を有する $f\theta$ レンズ系(走査光学手段)96を介して被走査面97としての感光ドラム面上へ導光し、該光偏向器95を矢印A方向に回転させることによって該感光ドラム面97上を矢印B方向(主走査方向)に光走査して画像情報の記録を行っている。

## 【0006】

このような光走査装置及び画像形成装置においては、近年、低価格化、小型化の要求と同時に高精細印字の要求も高まってきている。

## 【0007】

これらの要求を満たすものとして、例えば、光源である半導体レーザーのモードホッピングによってコリメータレンズで発生する色収差(パワー変化)を、回折光学素子で相殺させる例がある(例えば特許文献1参照)。

## 【0008】

同文献1においては、通常の光学材料の分散特性とは異なり、負の分散値を示す異常な分散特性を有する回折光学素子を利用することにより、コリメータレンズで発生する色収差(パワー変化)を回折光学素子で相殺している。それにより、最終的な被走査面上での、半導体レーザーのモードホッピングによる波長変化によって発生する色収差(パワー変化)、即ちピントずれを良好に補正することを可能としている。

## 【特許文献1】

特開2000-171741号公報

## 【0009】

## 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら文献1においては、コリメータレンズの分散値によって生じる色収差(パワー変化)のみを考慮している為、分散値による色収差(パワー変化)に比べて、屈折率の温度依存性によって生じる色収差(パワー変化)の方がはるかに大きなプラスチックレンズをコリメータレンズとして使用することは難しい。

## 【0010】

光走査装置に用いられる光走査光学系においては、コリメータレンズのパワー変化によって発生するピントずれが被走査面上において何倍にも拡大される点、また、ピックアップレンズ等で行なわれているオートフォーカス機構も、コリメータレンズのピントずれと被走査面上におけるピントずれとが大きく異なる為にオートフォーカス精度の劣化やフィードバックが複雑である点、等の理由により、耐環境特性に劣るプラスチックをコリメータレンズの材料として実用化するには到っていない。

## 【0011】

光学材料として光学硝子を使用する場合には、その特性上、屈折率の温度依存係数は比較的小さい為、通常は分散によるパワー変化のみを補正するだけで良い。

## 【0012】

しかしながら、コリメータレンズの材料として安価なプラスチックレンズを使用する場合には、屈折率の温度依存係数は分散よりも大きい為に両者を補正する必要があるのだが、回折光学素子を使用して両者を同時に補正することは難しい。

## 【0013】



本発明は環境温度変動と半導体レーザーの波長変動に強い、高精細印字に適したコンパクトな光走査装置及びそれを用いた画像形成装置の提供を目的とする。

【0014】

【課題を解決するための手段】

本発明の光走査装置は、  
光源手段と、該光源手段からの光束を光偏向手段に導光する光学手段と、該光偏向手段からの光束を被走査面に導光する結像光学系と、を有し、該光偏向手段の回動動作に基づいて該被走査面を光走査する光走査装置において、  
該光学手段は1以上の面に回折部を有しており、

【0015】

【外5】

$f_{f\theta}$  : 結像光学系の焦点距離 (mm)

$f$  : 光学手段の焦点距離 (mm)

$w_0$  : 被走査面上におけるスポットの半径 (mm)

$\lambda_0$  : 光源手段の基準発振波長 (nm)

$\phi_{\lambda_0}^{refr}$  : 光源手段の基準発振波長  $\lambda_0$  における光学手段の屈折部のパワー  
(1/mm)

$\phi_{\lambda_0}^{diff}$  : 光源手段の基準発振波長  $\lambda_0$  における光学手段の回折部のパワー  
(1/mm)

$\nu_i^{refr}$  : 5℃～50℃の温度範囲における光学手段の材質の屈折率の環境温度  
依存性による屈折部の分散値

$\nu_i^{diff}$  : 5℃～50℃の温度範囲における光源手段の発振波長変化による光学  
手段の回折部の分散値

【0016】

とすると、

【0017】

【外6】

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2}{fw_0^2 \left[ \left( \frac{\nu_i^{refr}}{\nu_i^{diff}} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 2.356$$

$$-0.85 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{\nu_i^{diff}} < \frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{\nu_i^{refr}} < -1.15 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{\nu_i^{diff}}$$

【0018】

なる条件を満足することを特徴としている。

【0019】

更に、

前記光学手段は、プラスチック材より成ることを特徴としている。

【0020】

本発明の光走査装置は、

光源手段と、該光源手段からの光束を光偏向手段に導光する光学手段と、該光偏向手段からの光束を被走査面に導光する結像光学系と、を有し、該光偏向手段の回動動作に基いて該被走査面を光走査する光走査装置において、

該光学手段は1以上の面に回折部を有しており、

【0021】

【外7】

$f_{\theta}$  : 結像光学系の焦点距離 (mm)

$f$  : 光学手段の焦点距離 (mm)

$w_0$  : 被走査面上におけるスポットの半径 (mm)

$\lambda_0$  : 光源手段の基準発振波長 (nm)

$\phi_{\lambda_0}^{refr}$  : 光源手段の基準発振波長  $\lambda_0$  における光学手段の屈折部のパワー  
(1/mm)

$\phi_{\lambda_0}^{diff}$  : 光源手段の基準発振波長  $\lambda_0$  における光学手段の回折部のパワー  
(1/mm)

$\nu_i^{refr}$  : 5℃～50℃の温度範囲における光学手段の材質の屈折率の環境温度  
依存性による屈折部の分散値

$\nu_i^{diff}$  : 5℃～50℃の温度範囲における光源手段の発振波長変化による光学  
手段の回折部の分散値

【0022】

とすると、

【0023】

【外8】

$$\left| \frac{f_{\theta}^2}{f w_0^2 \left[ \left( \frac{\nu_i^{refr}}{\nu_i^{diff}} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 1.440$$

$$-0.85 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{\nu_i^{diff}} < \frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{\nu_i^{refr}} < -1.15 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{\nu_i^{diff}}$$

【0024】

なる条件を満足することを特徴としている。

【0025】

更に、

前記光学手段は、プラスチック材より成ることを特徴としている。

## 【0026】

本発明の光走査装置は、  
光源手段と、該光源手段からの光束を光偏向手段に導光する光学手段と、  
該光源手段と該光学手段とを一体的に保持する保持手段と、  
該光偏向手段からの光束を被走査面に導光する結像光学系と、を有し、該光偏向手段の回  
動動作に基づいて該被走査面を光走査する光走査装置において、  
該光学手段は1以上の面に回折部を有しており、

## 【0027】

## 【外9】

$f_{f\theta}$  : 結像光学系の焦点距離 (mm)

10

$f$  : 光学手段の焦点距離 (mm)

$w_0$  : 被走査面上における集光スポットの半径 (mm)

$\lambda_0$  : 光源手段の基準発振波長 (nm)

$n_{\lambda_0}$  : 光源手段の基準発振波長における光学手段の材質の屈折率

$dn$  : 環境温度が 25℃ 上昇したときの光学手段の材質の屈折率の変化量

$\rho$  : 保持手段の部材の線膨張係数

20

$\frac{a}{b}$  :  $\lambda_0$  における光学手段の回折部のパワーに対する屈折部のパワー比率

## 【0028】

とするとき、

## 【0029】

## 【外10】

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2 \lambda_0}{f w_0^2} \left( \frac{-\frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} - \frac{0.0000075}{\lambda_0}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{0.0000075}{\lambda_0}} - 25\rho \right) \right| < 2.356$$

30

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2}{f w_0^2 \left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 2.356$$

40

## 【0030】

なる条件を満足することを特徴としている。

## 【0031】

更に、

前記光学手段は、プラスチック材より成ることを特徴としている。

## 【0032】

本発明の光走査装置は、

光源手段と、該光源手段からの光束を光偏向手段に導光する光学手段と、  
該光源手段と該光学手段とを一体的に保持する保持手段と、

50



該光偏向手段からの光束を被走査面に導光する結像光学系と、を有し、該光偏向手段の回動動作に基いて該被走査面を光走査する光走査装置において、  
該光学手段は1以上の面に回折部を有しており、

【0033】

【外11】

$f_{f\theta}$  : 結像光学系の焦点距離 (mm)

$f$  : 光学手段の焦点距離 (mm)

$w_0$  : 被走査面上における集光スポットの半径 (mm)

10

$\lambda_0$  : 光源手段の基準発振波長 (nm)

$n_{\lambda_0}$  : 光源手段の基準発振波長における光学手段の材質の屈折率

$dn$  : 環境温度が 25℃ 上昇したときの光学手段の材質の屈折率の変化量

$\rho$  : 保持手段の部材の線膨張係数

$\frac{a}{b}$  :  $\lambda_0$  における光学手段の回折部のパワーに対する屈折部のパワー比率

20

【0034】

とするとき、

【0035】

【外12】

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2 \lambda_0}{f w_0^2} \left( \frac{-\frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} - \frac{0.0000075}{\lambda_0}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{0.0000075}{\lambda_0}} - 25\rho \right) \right| < 1.440$$

30

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2}{f w_0^2 \left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 1.440$$

【0036】

なる条件を満足することを特徴としている。

40

【0037】

更に、

前記光学手段は、プラスチック材より成ることを特徴としている。

【0038】

本発明の画像形成装置は、

上記の光走査装置と、前記被走査面に配置された感光体と、前記光走査装置で走査された光ビームによって前記感光体上に形成された静電潜像をトナー像として現像する現像器と、現像されたトナー像を被転写材に転写する転写器と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器とを有することを特徴としている。

【0039】

50

本発明の画像形成装置は、  
上記の光走査装置と、外部機器から入力したコードデータを画像信号に変換して前記光走査装置に入力せしめるプリンタコントローラとを有していることを特徴としている。

【0040】

本発明のカラー画像形成装置は、  
各々が上記の光走査装置から成る複数の光走査装置と、各々の光走査装置の被走査面に配置され、互いに異なった色の画像を形成する複数の像担持体とを有することを特徴としている。

【0041】

更に、本発明のカラー画像形成装置は、  
外部機器から入力した色信号を異なった色の画像データに変換して各々の光走査装置に入力せしめるプリンタコントローラを有していることを特徴としている。

10

【0042】

【発明の実施の形態】

【実施形態1】

図1は本発明の実施形態1の光走査装置の主走査方向の要部断面図（主走査断面図）である。

【0043】

ここで、主走査方向とは光偏向手段の回転軸及び結像光学系の光軸に垂直な方向（光偏向手段で光束が反射偏向（偏向走査）される方向）を示し、副走査方向とは光偏向手段の回転軸と平行な方向を示す。また主走査断面とは主走査方向に平行で結像光学系の光軸を含む平面を示す。また副走査断面とは主走査断面と垂直な断面を示す。

20

【0044】

同図において1は光源手段であり、例えば半導体レーザー等より成っている。2は光学手段としてのコリメータレンズ（集光レンズ）であり、半導体レーザー1から放射された光束を略平行光束（もしくは略発散光束もしくは略収束光束）に変換している。コリメータレンズ2の材料は、プラスチック材料で構成されており、半導体レーザー1側の面に回折光学素子2aが付加されており、被走査面7側の面は通常の屈折レンズ面から構成されている。

【0045】

3は開口絞りであり、通過光束を制限してビーム形状を整形している。4はシリンダリカルレンズ（レンズ系）であり、副走査方向にのみ所定のパワー（屈折力）を有しており、開口絞り3を通過した光束を副走査断面内で後述する光偏向器5の偏向面（反射面）5aにはぼ線像として結像させている。

30

【0046】

5は光偏向手段としての光偏向器であり、例えば6面構成のポリゴンミラー（回転多面鏡）より成っており、モーター等の駆動手段（不図示）により図中矢印A方向に一定速度で回転している。

【0047】

6は集光機能と $f\theta$ 特性とを有する結像光学系としての $f\theta$ レンズ系であり、第1、第2の2枚の $f\theta$ レンズ6a、6bを有し、光偏向器5によって反射偏向された画像情報に基づく光束を被走査面としての感光ドラム面7上に結像させ、かつ副走査断面内において光偏向器5の偏向面5aと感光ドラム面7との間を共役関係にすることにより、倒れ補正機能を有している。

40

【0048】

7は被走査面としての感光ドラム面である。

【0049】

本実施形態1において半導体レーザー1から出射した光束はコリメータレンズ2により略平行光束に変換され、開口絞り3によって該光束（光量）が制限され、シリンダリカルレンズ4に入射している。シリンダリカルレンズ4に入射した略平行光束のうち主走査断面

50

においてはそのままの状態で射出する。また副走査断面内においては収束して光偏向器 5 の偏向面 5 a にほぼ線像（主走査方向に長手の線像）として結像している。そして光偏向器 5 の偏向面 5 a で反射偏向された光束は第 1、第 2 の  $f \theta$  レンズ 6 a, 6 b を介して感光ドラム面 7 上にスポット状に結像され、該光偏向器 5 を矢印 A 方向に回転させることによって、該感光ドラム面 7 上を矢印 B 方向（主走査方向）に等速度で光走査している。これにより記録媒体としての感光ドラム面 7 上に画像記録を行なっている。

【0050】

本実施形態 1 の光走査装置におけるコリメータレンズ 2 は、半導体レーザー 1 側の面に付加された回折光学素子 2 a によって、プラスチック材料の屈折率の波長依存特性によって発生するコリメータレンズ 2 の屈折部のパワー変化と屈折率の温度依存特性によって発生するコリメータレンズ 2 の屈折部のパワー変化とを同時に両立して補正するように、コリメータレンズ 2 の回折光学素子部（回折部）と屈折部の合成としてのトータルの焦点距離と、回折光学素子部のパワーと屈折部のパワーの比率、結像光学系である  $f \theta$  レンズ系 6 の焦点距離、等が適切な関係になるように定められている。

【0051】

以下、その詳細を説明する。

【0052】

【外 13】

一般に、薄肉レンズのパワー $\phi$  ( $1/f$ ) は、 $C_0$  ( $1/\text{mm}$ ) を定数として、

$$\phi = (n-1)C_0$$

と書き表される。

ここで、同様に回折光学素子の波長 $\lambda_z$ におけるパワー $\phi_z^{\text{diff}}$ は、

$$\phi_z^{\text{diff}} = (n_z^{\text{eff}} - 1)C_0 \quad - (1) \text{ 式}$$

10

と書くことが可能である。

但し、ここで $n_z^{\text{eff}}$ は、回折光学素子の波長 $\lambda_z$ における見かけの屈折率である。

見かけの屈折率とは、回折光学素子が波長 $\lambda_z$ のときに有するパワー $\phi_z^{\text{diff}}$ を、仮に屈折系として扱って表現した場合の屈折率のことである。

(1) 式は、

$$n_z^{\text{eff}} = 1 + \frac{\phi_z^{\text{diff}}}{C_0} \quad - (2) \text{ 式}$$

20

と書き表され、

また、回折光学素子のパワーは使用波長に比例する為、例えば $d$ 線の波長 $\lambda_d$ におけるパワー $\phi_d^{\text{diff}}$ は、上記 $\phi_z^{\text{diff}}$ を用いて、

$$\phi_d^{\text{diff}} = \frac{\lambda_d}{\lambda_z} \phi_z^{\text{diff}}$$

30

と書き表される。

同様に、 $F$ 線、 $C$ 線の波長 $\lambda_F$ 、 $\lambda_C$ における回折素子のパワー $\phi_F^{\text{diff}}$ 、 $\phi_C^{\text{diff}}$ は、

$$\phi_F^{\text{diff}} = \frac{\lambda_F}{\lambda_z} \phi_z^{\text{diff}}, \quad \phi_C^{\text{diff}} = \frac{\lambda_C}{\lambda_z} \phi_z^{\text{diff}}$$

と書き表される。

よって、回折光学素子の波長 $\lambda_d$ 、 $\lambda_F$ 、 $\lambda_C$ における見かけの屈折率 $n_d^{\text{eff}}$ 、 $n_F^{\text{eff}}$ 、 $n_C^{\text{eff}}$ は、

40

$$n_d^{\text{eff}} = 1 + \frac{\phi_d^{\text{diff}}}{C_0} = 1 + \frac{\lambda_d \phi_z^{\text{diff}}}{C_0 \lambda_z}$$

【0053】

【外14】

$$n_F^{eff} = 1 + \frac{\phi_F^{diff}}{C_0} = 1 + \frac{\lambda_F \phi_z^{diff}}{C_0 \lambda_z}$$

$$n_C^{eff} = 1 + \frac{\phi_C^{diff}}{C_0} = 1 + \frac{\lambda_C \phi_z^{diff}}{C_0 \lambda_z}$$

で表される。

ここで、屈折系における分散値  $v_d$  の定義と同様に、回折系の見かけの分散値  $v_d^{diff}$  が定義でき、

10

$$v_d^{diff} = \frac{n_d^{eff} - 1}{n_F^{eff} - n_C^{eff}} = \frac{\left(1 + \frac{\lambda_d \phi_z^{diff}}{C_0 \lambda_z}\right) - 1}{\left(1 + \frac{\lambda_F \phi_z^{diff}}{C_0 \lambda_z}\right) - \left(1 + \frac{\lambda_C \phi_z^{diff}}{C_0 \lambda_z}\right)} = \frac{\lambda_d}{\lambda_F - \lambda_C} \quad - (3) \text{ 式}$$

で表すことができる。

よって、本実施形態 1 の光走査装置におけるコリメータレンズ 2 のように、通常の屈折系のレンズに回折光学素子を付加した場合の色消しの条件は、屈折部の分散値  $v_d^{refr}$  と屈折部のパワー  $\phi_d^{refr}$ 、上記回折部の分散値  $v_d^{diff}$  と回折部のパワー  $\phi_d^{diff}$  を用いて、

20

$$\frac{\phi_d^{refr}}{v_d^{refr}} + \frac{\phi_d^{diff}}{v_d^{diff}} = 0 \quad - (4) \text{ 式}$$

を満足することである。

上記 (4) 式を満足させることによって、コリメータレンズ 2 の屈折率の波長依存性に起因するパワー変化を回折光学素子のパワー変化で相殺させることができる。

30

本実施形態 1 の光走査装置における光源である半導体レーザー 1 の中心発振波長は  $\lambda_0 = 787.5nm$ 、発振波長のばらつき幅は  $\lambda_1 = 775nm \sim \lambda_2 = 800nm$  である。

また、コリメータレンズ 2 のプラスチック材料の中心発振波長  $\lambda_0 = 787.5nm$  における屈折率は  $n_{\lambda_0} = 1.524028$ 、発振波長のばらつき幅の最小・最大波長である  $\lambda_1 = 775nm$  と  $\lambda_2 = 800nm$  における屈折率はそれぞれ、

40

【0054】

【外15】

$n_{\lambda_1} = 1.524316$ 、 $n_{\lambda_2} = 1.523750$ である。

したがって、コリメータレンズ2の、上記実使用波長域における分散値  $v_{\lambda}^{ref}$  は、

$$v_{\lambda}^{ref} = \frac{n_{787.5} - 1}{n_{775} - n_{800}} = \frac{1.524028 - 1}{1.524316 - 1.523750} = 925.844523$$

となる。

10

また、コリメータレンズ2の回折光学素子部の上記実使用波長域における分散値  $v_{\lambda}^{diff}$  は、

$$v_{\lambda}^{diff} = \frac{787.5}{775 - 800} = -31.5$$

となる。

ここで、上記コリメータレンズ2の中心発振波長  $\lambda_0 = 787.5nm$  における屈折部のパワーを  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$ 、回折部のパワーを  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  とすれば、上記波長域における色消しの条件は、

20

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{ref}}{v_{\lambda}^{ref}} + \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{v_{\lambda}^{diff}} = \frac{\phi_{\lambda_0}^{ref}}{925.844523} + \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{-31.5} = 0 \quad - (5) \text{ 式}$$

となり、屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  を回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  の略 29.4 倍に設定してやれば良い。

上記 (5) 式は、プラスチック材料の屈折率の波長依存特性によって発生するパワー変化を回折光学素子のパワー変化で相殺する為の条件である。

30

一方、コリメータレンズ2のプラスチック材料は、環境温度が変化することによってもその屈折率が変わる。

具体的には標準の環境温度 25℃における  $\lambda_0 = 787.5nm$  での屈折率  $n_{\lambda_0} = 1.524028$  に対して、装置内部の昇温等で環境温度が 25℃昇温し 50℃になった場合の  $\lambda_0 = 787.5nm$  における屈折率  $n_{\lambda_0}^{50^\circ C}$  は、 $n_{\lambda_0}^{50^\circ C} = 1.521908$  となり、屈折率が 0.00212 だけ低くなる。

40

また、寒冷地における朝一番の装置立ち上げ直後等においては環境温

【0055】

【外16】



度 5℃程度を想定する必要がある。環境温度 5℃における  $\lambda_0 = 787.5nm$  における屈折率  $n_{\lambda_0}^{5^\circ C}$  は、 $n_{\lambda_0}^{5^\circ C} = 1.525724$  となり、屈折率が 0.001696 だけ高くなる。

ここで、本実施形態 1 の光走査装置に使用される光源である半導体レーザー 1 は、一般に温度が上昇すると、バンドギャップが小さくなる為にその発振波長が長波長側にシフトするという特性を有している。具体的には、本実施形態 1 の光走査装置に使用される半導体レーザー 1 は、0.255nm/℃の割合で波長が長波長側にシフトする特性のものを使用している。

10

即ち、環境温度 25℃においては  $\lambda_0 = 787.5nm$  で発振しているが、環境温度 50℃においては  $\lambda_0^{50^\circ C} = 793.875nm$ 、環境温度 5℃においては  $\lambda_0^{5^\circ C} = 782.4nm$  で発振していることになる。よって、環境温度が 50℃の時のプラスチック材料の正確な屈折率は、発振波長  $\lambda_0^{50^\circ C} = 793.875nm$  における本材料の屈折率 1.523885 に対して 0.00212 だけ低い値となり、 $n_{\lambda_0}^{50^\circ C} = 1.521765$  となる。同様、環境温度が 50℃の時のプラスチック材料の正確な屈折率は、発振波長  $\lambda_0^{5^\circ C} = 782.4nm$  における本材料の屈折率 1.524144 に対して 0.001696 だけ高い値となり、 $n_{\lambda_0}^{5^\circ C} = 1.525840$  となる。

20

この、環境温度変化によるプラスチック材料の屈折率変化を「環境温度依存性の分散値」と考えると、環境温度依存性の分散値  $v_i^{ref}$  は、

$$v_i^{ref} = \frac{n_{\lambda_0} - 1}{n_{\lambda_0}^{5^\circ C} - n_{\lambda_0}^{50^\circ C}} = \frac{1.524028 - 1}{1.525840 - 1.521765} = 128.5958282$$

30

となる。

また、コリメータレンズ 2 の回折光学素子部の上記 5℃～50℃の環境温度に対応する波長域における分散値  $v_i^{diff}$  は、

$$v_i^{diff} = \frac{\lambda_0}{\lambda_0^{5^\circ C} - \lambda_0^{50^\circ C}} = \frac{787.5}{782.4 - 793.875} = -68.62745098$$

となる。

ここで、上記コリメータレンズ 2 の中心発振波長  $\lambda_0 = 787.5nm$  における環境温度 25℃での屈折部のパワーを  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$ 、回折部のパワーを  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  とすれば、

40

【0056】

【外17】

上記環境温度域における色消しの条件は、

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{v_i^{refr}} + \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{v_i^{diff}} = \frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{128.5958282} + \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{-68.62745098} = 0 \quad - (6) \text{ 式}$$

となり、屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{refr}$  を回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  の略 1.87 倍に設定してやれば良い。

上記 (6) 式は、プラスチック材料の屈折率の温度依存特性によって発生するパワー変化を回折光学素子のパワー変化で相殺する為の条件である。

10

ここで、前述したように、半導体レーザー 1 は温度が上昇すると、その発振波長が長波長側にシフトするという特性を有しているが、その発振波長の変化は温度の上昇に対して連続的に変化するものではなく、ある有限のとびとびの値  $\Delta\lambda$  或いは  $\Delta\lambda$  の整数倍だけ波長が不連続に変化しながら長波長側にシフトする。この  $\Delta\lambda$  の波長のとびをモードホッピングと称し、 $\Delta\lambda$  をモード間隔と称する。本実施形態 1 の光走査装置における半導体レーザー 1 のモード間隔  $\Delta\lambda$  は 0.3nm であり、また  $\Delta\lambda$  の整数倍波長が不連続に変化した場合、その不連続な波長の変化量は 3nm 以下である。

20

つまり、光源として半導体レーザーを使用した場合には、(6) 式を満足させることによってプラスチック材料の屈折率の温度依存特性によって発生するパワー変化を回折光学素子のパワー変化で相殺すると同時に、(5) 式を満足することによって、上記モードホッピングによる波長の不連続な変化によるプラスチック材料の屈折率の波長依存特性によって発生するパワー変化を回折光学素子のパワー変化で相殺する必要があることが容易に理解出来る。

30

ところが、(5) 式、(6) 式から解るように、

- ① プラスチック材料の屈折率の波長依存特性によって発生するパワー変化、と、
- ② プラスチック材料の屈折率の温度依存特性によって発生するパワー変化、

40

【0057】  
【外18】

とを相殺して補正するための、屈折部のパワーと回折部のパワーの比率は、①の場合は略 29.4、②の場合は略 1.87 であり、両者を同時に補正することは困難であることは明らかである。

即ち、コリメータレンズ 2 の材料として屈折率の温度依存特性の大きなプラスチック材料を使用した場合には、上記 (6) 式を満足させれば環境温度変化に起因するコリメータレンズ 2 のパワー変化を回折光学素子のパワー変化で相殺することが可能となるが、光源である半導体レーザー 1 のモードホッピングによって発生する屈折率の波長依存特性に起因するコリメータレンズ 2 のパワー変化を、回折光学素子のパワー変化で相殺させることが不可能となるのである。

上記、

①プラスチック材料の屈折率の波長依存特性によって発生するパワー変化、と、

②プラスチック材料の屈折率の温度依存特性によって発生するパワー変化、

とを比較すると、屈折率の温度依存特性の方が一桁大きい。よって、プラスチック材料の屈折率の温度依存特性によって発生するパワー変化を相殺するような屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  と回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{dif}$  とを設定した上で、プラスチック材料の屈折率の波長依存特性によって発生するパワー変化の発生を極力抑える構成をとることが望ましい。

ここで、上記 (6) 式を満足させるような屈折部と回折部のパワー比率を設定した場合に、半導体レーザー 1 のモードホッピングによって発生する屈折率の波長依存特性に起因するコリメータレンズ 2 のパワー変化（焦点距離変化）がどの程度になるかを考察してみる。

半導体レーザー 1 の中心発振波長を  $\lambda_0$  (mm)、

半導体レーザー 1 のモードホッピングによる波長変化を  $\Delta\lambda$  (mm)、

半導体レーザー 1 の中心発振波長  $\lambda_0$  におけるコリメータレンズ 2 の屈折部のパワーを  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  (1/mm)、

【0058】

【外19】

半導体レーザー 1 の中心発振波長  $\lambda_0$  におけるコリメータレンズ 2 の回折部のパワーを  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  (1/mm)、

半導体レーザー 1 の中心発振波長  $\lambda_0$  におけるコリメータレンズ 2 の屈折部と回折部のトータルのパワーを  $\phi_{all}$  (1/mm)、

半導体レーザー 1 の中心発振波長  $\lambda_0$  におけるコリメータレンズ 2 の屈折部と回折部のトータルの焦点距離を  $f$  (mm)、

10

半導体レーザー 1 の発振波長  $\lambda_0 + \Delta\lambda$  におけるコリメータレンズ 2 の屈折部のパワーを  $\phi_{\lambda_0 + \Delta\lambda}^{refr}$  (1/mm)、

半導体レーザー 1 の発振波長  $\lambda_0 + \Delta\lambda$  におけるコリメータレンズ 2 の回折部のパワーを  $\phi_{\lambda_0 + \Delta\lambda}^{diff}$  (1/mm)、

半導体レーザー 1 の発振波長  $\lambda_0 + \Delta\lambda$  におけるコリメータレンズ 2 の屈折部と回折部のトータルのパワーを  $\phi_{all}'$  (1/mm)、

(6) 式を満足するコリメータレンズ 2 の屈折部の分散値を  $v_i^{diff}$ 、

20

(6) 式を満足するコリメータレンズ 2 の回折部の分散値を  $v_i^{refr}$ 、

とすると、

半導体レーザー 1 のモードホッピングによって、波長が  $\Delta\lambda$  だけ変化したときの屈折率の波長依存特性に起因するコリメータレンズ 2 の焦点距離変化量  $\Delta f$  (mm) は、

$$\Delta f = \frac{1}{\phi_{all}'} - \frac{1}{\phi_{all}} = \frac{1}{\phi_{\lambda_0 + \Delta\lambda}^{refr} + \phi_{\lambda_0 + \Delta\lambda}^{diff}} - \frac{1}{\phi_{all}}$$

30

ここで、半導体レーザー 1 のモードホッピングによる波長変化  $\Delta\lambda$  の量は一般的に小さな値であり、 $\Delta\lambda$  による屈折部のパワー変化は無視して差し支えない為、

$$\phi_{\lambda_0 + \Delta\lambda}^{refr} = \phi_{\lambda_0}^{refr}$$

また、 $\phi_{\lambda_0 + \Delta\lambda}^{diff} = \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \phi_{\lambda_0}^{diff}$ 、 $\phi_{\lambda_0}^{refr} = -\frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} \phi_{\lambda_0}^{diff}$  であるから、

40

【0059】

【外20】

$$\Delta f = \frac{1}{-\frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} \phi_{\lambda_0}^{diff} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \phi_{\lambda_0}^{diff}} - \frac{1}{\phi_{all}} = \frac{1}{\left(-\frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0}\right) \phi_{\lambda_0}^{diff}} - \frac{1}{\phi_{all}}$$

一方、

$$\phi_{all} = \phi_{\lambda_0}^{refr} + \phi_{\lambda_0}^{diff} = -\frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} \phi_{\lambda_0}^{diff} + \phi_{\lambda_0}^{diff} \text{ より、 } \frac{1}{\phi_{\lambda_0}^{diff}} = \frac{1 - \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}}}{\phi_{all}} \text{ であるから、}$$

10

$$\Delta f = \left( \frac{1 - \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}}}{\frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0}} - 1 \right) \frac{1}{\phi_{all}} = \left( \frac{1 - \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}}}{\frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0}} - 1 \right) f = \frac{f}{\left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda} - 1}$$

— (7) 式

となる。

20

上記 (7) 式右辺の意味するところは、上記 (6) 式を満足させて環境温度変化に起因するコリメータレンズ 2 のパワー変化を回折光学素子のパワー変化で相殺するように屈折部と回折部のパワー比率を設定した場合に、半導体レーザー 1 のモードホッピングによって発生する屈折率の波長依存特性に起因するコリメータレンズ 2 の焦点距離変化量を表しており、基準波長  $\lambda_0$  に対してモードホッピングによって波長が  $\Delta\lambda$  変化した場合、コリメータレンズ 2 の焦点距離 1mm につき、

30

$$\frac{1}{\left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda} - 1}$$

だけ焦点距離が変化する、つまりピントがずれる、ということを意味している。

ここで、コリメータレンズ 2 の焦点距離が  $f$  であり、 $f \theta$  レンズ 6 の焦点距離が  $f_{f\theta}$  である場合、被走査面 7 上におけるピントずれ量  $\Delta$  は、

40

【0 0 6 0】  
【外 2 1】

$$\Delta = \left( \frac{f_{f0}}{f} \right)^2 \frac{f}{\left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda} - 1} = \frac{f_{f0}^2}{\left[ \left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda} - 1 \right] f}$$

で表される。

ここで、一般的な半導体レーザーにおけるモードホッピングによる波長の不連続なとびの最大値は 3nm 程度であるから、上式に  $\Delta\lambda = 0.000003$  を代入して、

10

$$\Delta = \frac{f_{f0}^2}{\left[ \left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{0.000003} - 1 \right] f} \quad - (8) \text{ 式}$$

が得られる。

また、被走査面 7 上にスポット状に集光されたレーザービームの、ビームウェスト位置におけるビーム半径を  $w_0$ 、ビームウェスト位置からレーザービームの進行方向に距離  $z$  だけ離れた位置におけるビーム半径を  $w$  とすると、良く知られたガウシアンビームの伝播の式、

20

$$w^2(z) = w_0^2 \left[ 1 + \left( \frac{\lambda_0 z}{\pi w_0^2} \right)^2 \right] \quad - (9) \text{ 式}$$

が成り立つ

ここで「ビーム半径」とは、ビーム断面の強度分布がガウス分布として、ピーク強度に対して  $1/e^2$  の強度となる半径と定義される。

30

(9) 式を変形すれば、

$$z^2 = \frac{\pi^2 w_0^2 (w^2 - w_0^2)}{\lambda_0^2} \quad - (10) \text{ 式}$$

が得られる。

ここで、被走査面 7 上におけるピントずれ量  $\Delta$  の許容値は、出力画像が文字や線のみの場合には、被走査面 7 上でのビーム径が 25% 増大する程度のピントずれであれば良好な印字品質が得られる為、ビーム径が 25% 増大するまでピントずれ量  $\Delta$  を許容することが出来る。

40

【0 0 6 1】  
【外 2 2】



よって、 $w=1.25w_0$ を（１０）式に代入すれば、

$$z = 2.356 \frac{w_0^2}{\lambda_0} \quad - (11) \text{ 式}$$

が得られる。

ここにおける $z$ の値が即ち許容できるピントずれ量 $\Delta$ であるから、  
（８）式の右辺の値の絶対値が（１１）式の右辺の値よりも小さければ  
良いことになる。

10

したがって、

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2}{\left[ \left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{0.000003} - 1 \right] f} \right| < 2.356 \frac{w_0^2}{\lambda_0}$$

が得られ、変形して、

20

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2}{f w_0^2 \left[ \left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 2.356 \quad - (12) \text{ 式}$$

が得られる。

また、出力画像が細かい網点や PWM（パルス幅変調）等の中間調の場合には、被走査面 7 上でのビーム径が 10% 増大する程度のピントずれであれば良好な印字品質が得られる為、ビーム径が 10% 増大するまでピントずれ量 $\Delta$ を許容することが出来る。

30

よって、 $w=1.10w_0$ を（１０）式に代入すれば、

$$z = 1.440 \frac{w_0^2}{\lambda_0} \quad - (13) \text{ 式}$$

が得られる。

40

ここにおける $z$ の値が即ち許容できるピントずれ量 $\Delta$ であるから、  
（８）式の右辺の値の絶対値が（１３）式の右辺の値よりも小さければ

【００６２】

【外２３】

良いことになる。

したがって、

$$\left| \frac{f_{f0}^2}{\left[ \left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{0.000003} - 1 \right] f} \right| < 1.440 \frac{w_0^2}{\lambda_0}$$

10

が得られ、変形して、

$$\left| \frac{f_{f0}^2}{f w_0^2 \left[ \left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 1.440 \quad - (14) \text{ 式}$$

が得られる。

以上説明したように、出力画像が文字や線のみの場合には、上記(6)式を満足させたいうえで上記条件式(12)を満足させれば、環境温度変化に起因するコリメータレンズ2の屈折部のパワー変化を回折部のパワー変化で相殺でき、かつ、光源である半導体レーザー1のモードホッピングによって発生する被走査面7上でのピントずれを効果的に抑制することが可能となり、良好な印字品質を得ることが可能となる。

20

また、出力画像が細かい網点やPWM等の中間調の場合には、上記(6)式を満足させたいうえで上記条件式(14)を満足させれば、環境温度変化に起因するコリメータレンズ2の屈折部のパワー変化を回折部のパワー変化で相殺でき、かつ、光源である半導体レーザー1のモードホッピングによって発生する被走査面7上でのピントずれを効果的に抑制することが可能となり、良好な印字品質を得ることが可能となる。

30

ここで、(6)式を完全に満足するように屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{ref}$ 、回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{diff}$ を設定すれば、環境温度変化に起因するコリメータレンズ2の屈折部のパワー変化を回折部のパワー変化で完全に相殺できるが、厳密に(6)式を満足させる屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{ref}$ と回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{diff}$ に設

40

【0063】  
【外24】

定する必要は無く、±15%程度の誤差があっても十分に屈折部のパワー変化を回折部のパワー変化で相殺させることが出来る。

従って、(6)式の代わりに、

$$-0.85 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{v_i^{diff}} < \frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{v_i^{refr}} < -1.15 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{v_i^{diff}} \quad - (15) \text{ 式}$$

を満足させれば十分である。

10

本発明の実施形態1の光走査装置においては、上記条件式(15)を満足させるようにコリメータレンズ2の屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{refr}$ 、回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{diff}$ を設定し、さらに、上記条件式(12)を満足させるように、コリメータレンズ2の回折部と屈折部の合成としてのトータルの焦点距離、走査光学系であるfθレンズ6の焦点距離等を最適に設定している。

それにより、コリメータレンズ2の半導体レーザー1側の面に付加された回折光学素子によって、プラスチック材料の屈折率の温度依存特性によるパワー変化を補正し、かつ、半導体レーザーのモードホッピングによって発生する屈折率の波長依存特性に起因する被走査面7上でのピントずれを出力画像に劣化の認められない程度に小さく抑えることを可能としている。

20

表-1に本発明の実施形態1の光走査装置におけるコリメータレンズ2のデータを示す。

表-1

30

面番号	曲率半径(R)	面間隔(d)	n(25℃、787.5nm)	n(5℃、782.4nm)	n(50℃、793.875nm)
0	-	9.14495	1	1	1
*1	∞	2	1.524028	1.525840	1.521765
2	-8.04257		1	1	1

面番号0は光源であり、面番号の左の\*印が回折光学素子が付加された面である。本実施形態1の光走査光学系においては、コリメータレンズ2の光源側の面(面番号1)に回折光学素子が付加されている。

回折光学素子の位相関数 $\phi(r)$ はコリメータレンズ2の光軸に関して回転対称であり、光軸方向をx軸とする直交座標系において、以下に示す多

40

【0064】

【外25】

項式

$$\phi(r) = \frac{2\pi m}{\lambda_0} \sum_{i=1}^n c_i r^i \quad \text{但し、} r^2 = y^2 + z^2$$

$\lambda_0$ は基準波長であり、本実施形態1においては787.5nm

$m$ は回折次数

で表される。

10

本実施形態1の光走査装置における回折光学素子の位相関数 $\phi(r)$ は、上記多項式の2次の係数のみを使用しており、その係数 $c_2$ は、

$$c_2 = -1.90505 \times 10^{-2}$$

である。

次に、本実施形態1の光走査光学系の諸特性値を以下に示す。

$$v_i^{refr} = \frac{1.524028 - 1}{1.525840 - 1.521765} = 128.5958282$$

20

$$v_i^{diff} = \frac{787.5}{782.4 - 793.875} = -68.62745098$$

$$\phi_{\lambda_0}^{refr} = 0.06515678416$$

$$\phi_{\lambda_0}^{diff} = 0.038101$$

$$\lambda_0 = 787.5nm$$

$$f = 10.0mm$$

$$f_{f\theta} = 136.0mm$$

30

$$w_0 = 0.03mm$$

上記各数値から、

$$\left| \frac{f_{f\theta}^2}{f w_0^2 \left[ \left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| = 2.14250$$

であり、条件式(12)を満足している。

40

また、

【0065】

【外26】

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{v_i^{refr}} = 5.06678833 \times 10^{-4}$$

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{v_i^{diff}} = -5.55186 \times 10^{-4}$$

であるから、

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{v_i^{refr}} = -0.91263 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{v_i^{diff}}$$

10

となり、条件式 (15) も満足させている。

本実施形態 1 の光走査装置においては、上記条件式 (15) を満足させた上で上記条件式 (12) を満足させている為、環境温度変化に起因するコリメータレンズ 2 の屈折部のパワー変化を回折部のパワー変化で相殺でき、かつ、光源である半導体レーザー 1 のモードホッピングによって発生する被走査面 7 上でのピントずれを効果的に抑制することが可能となる。

20

即ち、コリメータレンズ 2 として安価なプラスチック材料を使用しても環境温度変化によるピントずれが発生せず、さらに、半導体レーザー 1 のモードホッピングによる波長変化によっても被走査面 7 上での集光スポット径を許容範囲内におさめることが可能となる為、安価でかつ良好な印字品質を得ることが出来る。

30

【0066】

【外27】

## 〔実施形態 2〕

次に、表－2 に本発明の実施形態 2 の光走査装置におけるコリメータレンズ 2 のデータを示す。

表－2

面番号	曲率半径(R)	面間隔(d)	n(25℃、787.5nm)	n(5℃、782.4nm)	n(50℃、793.875nm)
0	-	29.14494	1	1	1
*1	$\infty$	2	1.524028	1.525840	1.521765
2	-24.12770		1	1	1

10

面番号 0 は光源であり、面番号の左の \* 印が回折光学素子が付加された面である。本実施形態 2 の光走査光学系においては、コリメータレンズ 2 の光源側の面（面番号 1）に回折光学素子が付加されている。

回折光学素子の位相関数  $\phi(r)$  はコリメータレンズ 2 の光軸に関して回転対称であり、光軸方向を  $x$  軸とする直交座標系において、以下に示す多項式

20

$$\phi(r) = \frac{2\pi m}{\lambda_0} \sum_{i=1}^n c_i r^i \quad \text{但し、} r^2 = y^2 + z^2$$

$\lambda_0$  は基準波長であり、本実施形態 2 においては 787.5 nm

$m$  は回折次数

で表される。

本実施形態 2 の光走査装置における回折光学素子の位相関数  $\phi(r)$  は、上記多項式の 2 次の係数のみを使用しており、その係数  $c_2$  は、

30

$$c_2 = -5.97757 \times 10^{-3}$$

である。

次に、本実施形態 2 の光走査光学系の諸特性値を以下に示す。

$$v_i^{refr} = \frac{1.524028 - 1}{1.525840 - 1.521765} = 128.5958282$$

$$v_i^{diff} = \frac{787.5}{782.4 - 793.875} = -68.62745098$$

40

$$\phi_{\lambda_0}^{refr} = 0.02171893702$$

【 0 0 6 7 】

【外 2 8 】



$$\phi_{\lambda_0}^{diff} = 0.01195514001$$

$$\lambda_0 = 787.5nm$$

$$f = 30.0mm$$

$$f_{f0} = 136.0mm$$

$$w_0 = 0.03mm$$

上記各数値から、

10

$$\left| \frac{f_{f0}^2}{fw_0^2 \left[ \left( \frac{v_i^{refr}}{v_i^{diff}} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| = 0.71417$$

であり、条件式（１２）、さらには条件式（１４）をも満足している。

また、

20

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{v_i^{refr}} = 1.688930141 \times 10^{-4}$$

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{v_i^{diff}} = -1.742034687 \times 10^{-4}$$

であるから、

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{v_i^{refr}} = -0.96952 \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{v_i^{diff}}$$

となり、条件式（１５）も満足させている。

30

本実施形態２の光走査装置においては、上記条件式（１５）を満足させた上で上記条件式（１２）に加えて条件式（１４）をも満足させている為、コリメータレンズ２として安価なプラスチック材料を使用しても環境温度変化によるピントずれが発生せず、さらに、半導体レーザー１のモードホッピングによる波長変化によっても被走査面７上での集光スポット径の増大が１０％以下におさえられるので、細かい網点やPWM等の中間調の画像を出力する場合においても良好な印字品質を得ることが可能である。

40

【００６８】

【外２９】

### 〔実施形態 3〕

図 2 は本発明の実施形態 3 の光走査装置の主走査方向の要部断面図（主走査断面図）である。同図において図 1 に示した要素と同一要素には同符番を付している。

本実施形態 3 の光走査装置においては、光源である半導体レーザー 1 とコリメータレンズ 2 とが、線膨張係数  $\rho$  の材質で構成された保持部材 8 により一体的に保持されている。コリメータレンズ 2 は、前記実施形態 1 及び実施形態 2 と同様プラスチック材料で構成されている。

前記実施形態 1 及び実施形態 2 の光走査装置においては、環境温度変化に起因するコリメータレンズ 2 の屈折部のパワー変化を回折部のパワー変化で相殺するような屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  と回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  とを設定し、かつ、光源である半導体レーザー 1 のモードホッピングによって発生する被走査面 7 上でのピントずれを効果的に抑制する構成としていたが、本実施形態 3 の光走査装置においては、プラスチック材料の屈折率の波長依存特性によって発生するパワー変化を相殺するような屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  と回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  の関係を故意にずらし、前記関係をずらしたことによって発生するピントずれを半導体レーザー 1 とコリメータレンズ 2 とを一体的に保持している保持部材 8 の線膨張係数  $\rho$  による伸びによって補正するものである。

このような構成をとることによれば、光源である半導体レーザー 1 のモードホッピングによって発生する被走査面 7 上でのピントずれをより一層効果的に抑制することが可能となる。

以下、その詳細を説明する。

今、コリメータレンズ 2 の半導体レーザー 1 の中心発振波長  $\lambda_0$  における屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  と回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  が、

$$\frac{\phi_{\lambda_0}^{ref}}{a} = \frac{\phi_{\lambda_0}^{diff}}{b} \quad - (16) \text{ 式} \quad (a, b \text{ は定数})$$

という比率で設定されているとする。

【0069】  
【外30】

標準の環境温度 25℃に対して±Δt℃の環境温度範囲を想定し、  
標準の環境温度 25℃におけるプラスチック材料の中心発振波長 $\lambda_0$ における屈折率を $n_{\lambda_0}$ 、Δt℃環境温度が変化した場合のプラスチック材料の屈折率変化量を $dn$ 、  
とすると、

$$d\phi_{\lambda_0}^{refr} = \frac{\phi_{\lambda_0}^{refr}}{n_{\lambda_0} - 1} dn$$

10

であるから、環境温度がΔt℃変化した時の屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}'$ は、

$$\phi_{\lambda_0}' = \phi_{\lambda_0}^{refr} + d\phi_{\lambda_0}^{refr} = \left(1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1}\right) \phi_{\lambda_0}^{refr}$$

となる。

一方、環境温度がΔt℃変化した場合、コリメータレンズ2のプラスチック材料は、環境温度が変化することによってもその屈折率が変わることは先に説明した通りである。環境温度がΔt℃変化した時の半導体レーザー1の発振波長の変化量をΔλ、回折部のパワーを $\phi_{\lambda_0}^{diff}$ とすれば、

20

$$\phi_{\lambda_0}^{diff'} = \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \phi_{\lambda_0}^{diff}$$

で表される。

従って、環境温度がΔt℃変化した時のコリメータレンズ2の屈折部と回折部のトータルのパワー $\phi_{all}'$ は、

30

$$\phi_{all}' = \phi_{\lambda_0}' + \phi_{\lambda_0}^{diff'} = \left(1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1}\right) \phi_{\lambda_0}^{refr} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \phi_{\lambda_0}^{diff} = \left(1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a}\right) \phi_{\lambda_0}^{refr}$$

となる。

よって、環境温度がΔt℃変化した時のコリメータレンズ2の焦点距離変化量Δfは、

$$\Delta f = \frac{1}{\phi_{all}'} - \frac{1}{\phi_{all}} = \frac{1}{\left(1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a}\right) \phi_{\lambda_0}^{refr}} - \frac{1}{\phi_{all}}$$

40

【0 0 7 0】  
【外 3 1】

ここで、

$$\phi_{all} = \phi_{\lambda_0}^{diff} + \phi_{\lambda_0}^{refr} = \left( \frac{b}{a} + 1 \right) \phi_{\lambda_0}^{refr}$$

より、

$$\frac{1}{\phi_{\lambda_0}^{refr}} = \left( \frac{b}{a} + 1 \right) \frac{1}{\phi_{all}}$$

10

であるから、上記  $\Delta f$  は、

$$\Delta f = \frac{1}{\left( 1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a} \right)} \frac{\frac{b}{a} + 1}{\phi_{all}} - \frac{1}{\phi_{all}} = \left( \frac{\frac{b}{a} + 1}{1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a}} - 1 \right) f$$

— (17) 式

となる。

20

上記 (17) 式右辺の意味するところは、上記 (16) 式に従ってコリメータレンズ 2 の半導体レーザー 1 の中心発振波長  $\lambda_0$  における屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{refr}$  と回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  を設定した場合に、環境温度が  $\Delta t$ ℃ 変化した時のコリメータレンズ 2 の焦点距離変化量を表しており、コリメータレンズ 2 の焦点距離 1mm につき、

$$\frac{\frac{b}{a} + 1}{1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a}} - 1$$

30

だけ焦点距離が変化する、つまりピントがずれる、ということを意味している。

一方、半導体レーザー 1 とコリメータレンズ 2 とを一体的に保持している保持部材 8 は、線膨張係数  $\rho$  に従って  $\Delta l$  だけ膨張する。その膨張量  $\Delta l$  は、

$$\Delta l = \rho \times \Delta t \times f \quad \text{— (18) 式}$$

40

で表される。

【0071】

【外32】

ここで、(18)式の右辺は正の値をとるので、(17)式の右辺の値も正となるように $a$ 、 $b$ の値を設定してコリメータレンズ2の半導体レーザー1の中心発振波長 $\lambda_0$ における屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{ref}$ と回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{dif}$ を決定してやれば、環境温度が $\Delta t$ ℃変化した時のコリメータレンズ2の焦点距離変化量、即ちピントずれを、半導体レーザー1とコリメータレンズ2とを一体的に保持している保持部材8の膨張によって相殺することが可能となることが理解出来る。

10

上記方法によって、環境温度が $\Delta t$ ℃変化した時のコリメータレンズ2のピントずれを、半導体レーザー1とコリメータレンズ2とを一体的に保持している保持部材8の膨張によって相殺する場合、(17)式の右辺と(18)式の右辺が等しくなるような、 $\rho$ 、 $a$ 、 $b$ を適宜選択すれば良いことは言うまでも無いが、必ずしも(17)式の右辺と(18)式の右辺が等しくなるように設定する必要はなく、最終的な被走査面7上でのピントずれ量 $\Delta$ が許容範囲に収まる程度に相殺されていれば良く、ある程度の相殺誤差は許容出来る。

20

ここで、上記相殺誤差による被走査面7上でのピントずれ量 $\Delta$ は、コリメータレンズ2の焦点距離が $f$ であり、 $f\theta$ レンズ6の焦点距離が $f_{f\theta}$ である場合、

$$\Delta_t = \left( \frac{f_{f\theta}}{f} \right)^2 (\Delta f - \Delta l) = \frac{f_{f\theta}^2}{f} \left( \frac{\frac{b}{a} + 1}{1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a}} - 1 - \rho \times \Delta t \right) \quad - (19) \text{式}$$

30

で表される。

さらに、上記環境温度 $\pm \Delta t$ ℃としては、通常 $\pm 25$ ℃程度を想定すれば実使用環境をカバーでき、上記環境温度変化範囲内における一般的な半導体レーザーの波長変化量 $\pm \Delta\lambda$ は、通常7.5nm以下である。

よって、(19)式は、

40

【0072】  
【外33】

$$\Delta_f = \left( \frac{f_{f0}}{f} \right)^2 (\Delta f - \Delta l) = \frac{f_{f0}^2}{f} \left( \frac{\frac{b}{a} + 1}{1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{\lambda_0 + 0.0000075 \frac{b}{a}}{\lambda_0}} - 1 - 25\rho \right) \quad - (20)$$

となる。

次に、(16)式に従って屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{refr}$ と回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{diff}$ が設定されている時の、半導体レーザー1のモードホッピングによるコリメータレンズ2のパワー変化を求める。

10

半導体レーザー1におけるモードホッピングによる波長の不連続な変化量を $\Delta\lambda_m$ とすれば、モードホッピング後の回折部のパワー $\phi^{diff'}$ は、

$$\phi^{diff'} = \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda_m}{\lambda_0} \phi_{\lambda_0}^{diff}$$

また、半導体レーザー1のモードホッピングによる波長変化 $\Delta\lambda_m$ の量は一般的に小さな値であり、 $\Delta\lambda$ による屈折部のパワー変化は無視して差し支えない為、

20

$$\phi^{refr'} = \phi_{\lambda_0}^{refr}$$

従って、半導体レーザー1のモードホッピング後のコリメータレンズ2の屈折部と回折部のトータルのパワーを $\phi_{all}'$ は、

$$\phi_{all}' = \phi_{\lambda_0}^{refr} + \phi^{diff'} = \phi_{\lambda_0}^{refr} + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda_m}{\lambda_0} \phi_{\lambda_0}^{diff} = \left( 1 + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda_m}{\lambda_0} \frac{b}{a} \right) \phi_{\lambda_0}^{refr}$$

30

よって、半導体レーザー1のモードホッピング後のコリメータレンズ2の焦点距離変化量 $\Delta f$ は、

$$\Delta f = \frac{1}{\phi_{all}'} - \frac{1}{\phi_{all}} = \frac{1}{\left( 1 + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a} \right) \phi_{\lambda_0}^{refr}} - \frac{1}{\phi_{all}}$$

ここで、 $\frac{1}{\phi_{\lambda_0}^{refr}} = \left( \frac{b}{a} + 1 \right) \frac{1}{\phi_{all}}$ であるから、上記 $\Delta f$ は、

40

【0073】

【外34】



$$\Delta f = \frac{\frac{b}{a} + 1}{\left(1 + \frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a}\right) \phi_{all}} - \frac{1}{\phi_{all}} = \left( \frac{\frac{b}{a} + 1}{\frac{\lambda_0 + \Delta\lambda}{\lambda_0} \frac{b}{a} + 1} - 1 \right) f = \frac{f}{\left(-\frac{a}{b} - 1\right) \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda_m} - 1}$$

— (21) 式

となる。

上記 (21) 式右辺の意味するところは、上記 (16) 式に従ってコリメータレンズ 2 の半導体レーザー 1 の中心発振波長  $\lambda_0$  における屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  と回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  を設定した場合に、半導体レーザー 1 のモードホッピングによる波長変化  $\Delta\lambda_m$  によって発生するコリメータレンズ 2 の焦点距離変化量を表しており、コリメータレンズ 2 の焦点距離 1mm につき、

$$\frac{1}{\left(-\frac{a}{b} - 1\right) \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda_m} - 1}$$

だけ焦点距離が変化する、つまりピントがずれる、ということを意味している。

ここで、コリメータレンズ 2 の焦点距離が  $f$  であり、 $f\theta$  レンズ 6 の焦点距離が  $f_{f\theta}$  である場合、被走査面 7 上におけるピントずれ量  $\Delta_\lambda$  は、

$$\Delta_\lambda = \left(\frac{f_{f\theta}}{f}\right)^2 \frac{f}{\left(-\frac{a}{b} - 1\right) \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda_m} - 1} = \frac{f_{f\theta}^2}{\left[\left(-\frac{a}{b} - 1\right) \frac{\lambda_0}{\Delta\lambda_m} - 1\right] f}$$

で表される。

ここで、一般的な半導体レーザーにおけるモードホッピングによる波長の不連続なとびの最大値は 3nm 程度であるから、上式に  $\Delta\lambda_m = 0.000003$  を代入して、

【0074】  
【外35】

$$\Delta_{\lambda} = \frac{f_{fo}^2}{\left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{0.000003} - 1 \right] f} \quad (22) \text{ 式}$$

が得られる。

ここで、本発明の実施形態 3 における上記 (22) 式と、本発明の実  
施形態 1 及び 2 の (8) 式を比較すると、(8) 式における  $\frac{v_i^{ref}}{v_i^{diff}}$  が (2

10

2) 式における  $-\frac{a}{b}$  に等しく、共に屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  の回折部のパワー  
 $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  に対する比率を意味している。

前記本発明の実施形態 1 及び 2 においては (8) 式の  $\frac{v_i^{ref}}{v_i^{diff}}$  の値は  
-1.87±15%、即ち屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  の回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  に対する比率は

20

1.87±15% であったが、本実施形態 3 においては、1.87±15% に限定されず、  
屈折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{ref}$  の回折部のパワー  $\phi_{\lambda_0}^{diff}$  に対する比率である  $\frac{a}{b}$  の値を適  
宜変更することにより、(20) 式及び (22) 式の右辺の値、即ち、  
被走査面 7 上におけるピントずれ量が許容範囲に収まるようにすれば良  
い。

ここで、前記実施形態 1 及び 2 で説明したように、被走査面 7 上にお  
けるピントずれ量  $\Delta$  の許容値は、出力画像が文字や線のみの場合には、  
被走査面 7 上でのビーム径が 25% 増大する程度のピントずれであれば良  
好な印字品質が得られる為、ビーム径が 25% 増大するまでピントずれ量  
 $\Delta$  を許容することが出来る。

30

よって、前記 (20) 式、(22) 式の右辺の値の絶対値が共に前記  
(11) 式の右辺の値よりも小さければ良いことになる。  
従って、

40

【0075】  
【外36】

$$\frac{f_{f0}^2}{f} \left( \frac{\frac{b}{a} + 1}{1 + \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{\lambda_0 + 0.0000075 b}{\lambda_0 a}} - 1 - 25\rho \right) < 2.356 \frac{w_0^2}{\lambda_0}$$

$$\frac{f_{f0}^2}{\left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{\lambda_0}{0.000003} - 1 \right] f} < 2.356 \frac{w_0^2}{\lambda_0}$$

10

が得られ、変形して、

$$\left| \frac{f_{f0}^2 \lambda_0}{f w_0^2} \left( \frac{-\frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} - \frac{0.0000075}{\lambda_0}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{0.0000075}{\lambda_0}} - 25\rho \right) \right| < 2.356 \quad - (23) \text{ 式}$$

20

$$\left| \frac{f_{f0}^2}{f w_0^2 \left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 2.356 \quad - (24) \text{ 式}$$

が得られる。

また、出力画像が細かい網点や PWM (パルス幅変調) 等の中間調の場合には、被走査面 7 上でのビーム径が 10% 増大する程度のピントずれであれば良好な印字品質が得られる為、ビーム径が 10% 増大するまでピントずれ量  $\Delta$  を許容することが出来る。

30

よって、前記 (20) 式、(22) 式の右辺の値の絶対値が共に前記 (13) 式の右辺の値よりも小さければ良いことになる。

したがって、

$$\left| \frac{f_{f0}^2 \lambda_0}{f w_0^2} \left( \frac{-\frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} - \frac{0.0000075}{\lambda_0}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{0.0000075}{\lambda_0}} - 25\rho \right) \right| < 1.440 \quad - (25) \text{ 式}$$

40

【0076】

【外37】

$$\left| \frac{f_{\text{FB}}^2}{f_{w_0}^2 \left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| < 1.440 \quad - (26) \text{ 式}$$

が得られる。

以上説明したように、出力画像が文字や線のみの場合には、上記条件式(23)と条件式(24)を同時に満足させれば、環境温度変化に起因するコリメータレンズ2の屈折部のパワー変化を相殺するような屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{\text{ref}}$ と回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{\text{diff}}$ の関係を故意にずらし、前記関係をずらしたことによって発生するピントずれを半導体レーザー1とコリメータレンズ2とを一体的に保持している保持部材8の線膨張係数 $\rho$ による伸びによって補正し、かつ、光源である半導体レーザー1のモードホッピングによって発生する被走査面7上でのピントずれを前記屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{\text{ref}}$ と回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{\text{diff}}$ の関係を故意にずらしたことによって効果的に補正することが可能となり、良好な印字品質を得ることが可能となる。

また、出力画像が細かい網点やPWM等の中間調の場合には、上記条件式(25)と条件式(26)を同時に満足させれば、環境温度変化に起因するコリメータレンズ2の屈折部のパワー変化を相殺するような屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{\text{ref}}$ と回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{\text{diff}}$ の関係を故意にずらし、前記関係をずらしたことによって発生するピントずれを半導体レーザー1とコリメータレンズ2とを一体的に保持している保持部材8の線膨張係数 $\rho$ による伸びによって補正し、かつ、光源である半導体レーザー1のモードホッピングによって発生する被走査面7上でのピントずれを前記屈折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{\text{ref}}$ と回折部のパワー $\phi_{\lambda_0}^{\text{diff}}$ の関係を故意にずらしたことによって効果的に補正することが可能となり、良好な印字品質を得ることが可能となる。

以下、表-3に本発明の実施形態3の光走査装置におけるコリメータ

【0077】

【外38】

レンズ 2 のデータを示す。

表 - 3

面番号	曲率半径(R)	面間隔(d)	n(25℃、787.5nm)	n(5℃、782.4nm)	n(50℃、793.875nm)
0	-	8.95153	1	1	1
*1	∞	2	1.524028	1.525840	1.521765
2	-6.55900		1	1	1

面番号 0 は光源であり、面番号の左の \* 印が回折光学素子が付加された面である。本実施形態 3 の光走査光学系においては、コリメータレンズ 2 の光源側の面（面番号 1）に回折光学素子が付加されている。

10

回折光学素子の位相関数  $\phi(r)$  はコリメータレンズ 2 の光軸に関して回転対称であり、光軸方向を  $x$  軸とする直交座標系において、以下に示す多項式

$$\phi(r)=\frac{2\pi m}{\lambda_0}\sum_{i=1}^nc_ir^i \quad \text{但し、} r^2=y^2+z^2$$

20

$\lambda_0$  は基準波長であり、本実施形態 3 においては 787.5nm

$m$  は回折次数

で表される。

本実施形態 3 の光走査装置における回折光学素子の位相関数  $\phi(r)$  は、上記多項式の 2 次の係数のみを使用しており、その係数  $c_2$  は、

$$c_2=-1.12302\times10^{-2}$$

である。

30

次に、本実施形態 3 の光走査光学系の諸特性値を以下に示す。

$$\Delta t=25^{\circ}\text{C}$$

$$\lambda_0=787.5nm$$

$$n_{\lambda_0}=1.524028$$

$$dn=-0.002263$$

$$\rho=3\times10^{-5}$$

40

$$\frac{a}{b}=3.557127$$

【 0 0 7 8 】  
【 外 3 9 】

$$f = 10.0mm$$

$$f_{f0} = 136.0mm$$

$$w_0 = 0.03mm$$

上記各数値から、

$$\left| \frac{f_{f0}^2 \lambda_0}{f w_0^2} \left( \frac{-\frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} - \frac{0.0000075}{\lambda_0}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{0.0000075}{\lambda_0}} - 25\rho \right) \right| = 0.86198$$

10

$$\left| \frac{f_{f0}^2}{f w_0^2 \left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| = 1.35177$$

であり、条件式(23)、(24)を満足しており、さらには条件式(25)、(26)をも満足している。

20

したがって本実施形態3の光走査装置においては、上記条件式(23)、(24)のみならず条件式(25)(26)をも満足させている為、コリメータレンズ2として安価なプラスチック材料を使用しても環境温度変化によるピントずれが発生せず、さらに、半導体レーザー1のモードホッピングによる波長変化によっても被走査面7上での集光スポット径の増大が10%以下におさえられるので、出力画像が文字や線のみに限定されず細かい網点やPWM等の中間調の画像を出力する場合においても良好な印字品質を得ることが可能である。

30

#### [実施形態4]

次に、表-4に本発明の実施形態4の光走査装置におけるコリメータレンズ2のデータを示す。

【0079】

【外40】

40

表 - 4

面番号	曲率半径(R)	面間隔(d)	n(25℃、787.5nm)	n(5℃、782.4nm)	n(50℃、793.875nm)
0	-	28.91996	1	1	1
*1	∞	2	1.524028	1.525840	1.521765
2	-19.10170		1	1	1

面番号 0 は光源であり、面番号の左の \* 印が回折光学素子が付加された面である。本実施形態 4 の光走査光学系においては、コリメータレンズ 2 の光源側の面（面番号 1）に回折光学素子が付加されている。

10

回折光学素子の位相関数  $\phi(r)$  はコリメータレンズ 2 の光軸に関して回転対称であり、光軸方向を  $x$  軸とする直交座標系において、以下に示す多項式

$$\phi(r) = \frac{2\pi m}{\lambda_0} \sum_{i=1}^n c_i r^i \quad \text{但し、} r^2 = y^2 + z^2$$

$\lambda_0$  は基準波長であり、本実施形態 4 においては 787.5nm

20

$m$  は回折次数

で表される。

本実施形態 4 の光走査装置における回折光学素子の位相関数  $\phi(r)$  は、上記多項式の 2 次の係数のみを使用しており、その係数  $c_2$  は、

$$c_2 = -3.06004 \times 10^{-3}$$

である。

30

次に、本実施形態 4 の光走査光学系の諸特性値を以下に示す。

$$\Delta t = 25^\circ\text{C}$$

$$\lambda_0 = 787.5\text{nm}$$

$$n_{\lambda_0} = 1.524028$$

$$dn = -0.002263$$

$$\rho = 4.8 \times 10^{-5}$$

$$\frac{a}{b} = 4.482552492$$

40

【 0 0 8 0 】

【 外 4 1 】



$$f = 30.0mm$$

$$f_{f0} = 136.0mm$$

$$w_0 = 0.02mm$$

上記各数値から、

$$\left| \frac{f_{f0}^2 \lambda_0}{f w_0^2} \left( \frac{\frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} \frac{0.0000075}{\lambda_0}}{\frac{a}{b} + 1 + \frac{a}{b} \frac{dn}{n_{\lambda_0} - 1} + \frac{0.0000075}{\lambda_0}} - 25\rho \right) \right| = 0.72453$$

10

$$\left| \frac{f_{f0}^2}{f w_0^2 \left[ \left( -\frac{a}{b} - 1 \right) \frac{1}{0.000003} - \frac{1}{\lambda_0} \right]} \right| = 0.84282$$

であり、条件式(23)、(24)を満足しており、さらには条件式(25)、(26)をも満足している。

20

本実施形態4の光走査装置においては、前記実施形態1～3に対して  $w_0 = 0.02mm$ 、即ち被走査面7上での集光スポット径を  $40\mu m$  と小径化したにもかかわらず、コリメータレンズ2の焦点距離、及び回折部と屈折部のパワー比率を最適に設定することによって、コリメータレンズ2として安価なプラスチック材料を使用しても環境温度変化によるピントずれが発生せず、さらに、半導体レーザー1のモードホッピングによる波長変化によっても被走査面7上での集光スポット径の増大が10%以下におさえることを可能としている。

30

それにより、出力画像が文字や線のみに限定されず細かい網点やPWM等の中間調の画像を出力する場合においても良好な印字品質を得ることが可能である。

40

【0081】

尚、以上は単位を「mm」で表したが、他の単位、例えば「インチ (inch)」であっても同様の式が導き出せる。

【0082】

〔画像形成装置〕

図3は、本発明の画像形成装置の実施形態を示す副走査方向の要部断面図である。図において、符号104は画像形成装置を示す。この画像形成装置104には、パーソナルコンピュータ等の外部機器117からコードデータDcが入力する。このコードデータDcは、装置内のプリンタコントローラ111によって、画像データ(ドットデータ)Diに変換される。この画像データDiは、実施形態1～4に示したいずれかの構成を有する光走

50

査ユニット100に入力される。そして、この光走査ユニット100からは、画像データDiに応じて変調された光ビーム103が出射され、この光ビーム103によって感光ドラム101の感光面が主走査方向に走査される。

#### 【0083】

静電潜像担持体（感光体）たる感光ドラム101は、モータ115によって時計廻りに回転させられる。そして、この回転に伴って、感光ドラム101の感光面が光ビーム103に対して、主走査方向と直交する副走査方向に移動する。感光ドラム101の上方には、感光ドラム101の表面を一様に帯電せしめる帯電ローラ102が表面に当接するように設けられている。そして、帯電ローラ102によって帯電された感光ドラム101の表面に、前記光走査ユニット100によって走査される光ビーム103が照射されるようにな 10  
っている。

#### 【0084】

先に説明したように、光ビーム103は、画像データDiに基づいて変調されており、この光ビーム103を照射することによって感光ドラム101の表面に静電潜像を形成せしめる。この静電潜像は、上記光ビーム103の照射位置よりもさらに感光ドラム101の回転方向の下流側で感光ドラム101に当接するように配設された現像器107によってトナー像として現像される。

#### 【0085】

現像器107によって現像されたトナー像は、感光ドラム101の下方で、感光ドラム101に対向するように配設された転写ローラ108によって被転写材たる用紙112上に 20  
転写される。用紙112は感光ドラム101の前方（図3において右側）の用紙カセット109内に収納されているが、手差しでも給紙が可能である。用紙カセット109端部には、給紙ローラ110が配設されており、用紙カセット109内の用紙112を搬送路へ送り込む。

#### 【0086】

以上のようにして、未定着トナー像を転写された用紙112はさらに感光ドラム101後方（図3において左側）の定着器へと搬送される。定着器は内部に定着ヒータ（図示せず）を有する定着ローラ113とこの定着ローラ113に圧接するように配設された加圧ローラ114とで構成されており、転写部から搬送されてきた用紙112を定着ローラ113と加圧ローラ114の圧接部にて加圧しながら加熱することにより用紙112上の未定 30  
着トナー像を定着せしめる。更に定着ローラ113の後方には排紙ローラ116が配設されており、定着された用紙112を画像形成装置の外に排出せしめる。

#### 【0087】

図3においては図示していないが、プリントコントローラ111は、先に説明したデータの変換だけでなく、モータ115を始め画像形成装置内の各部や、後述する光走査ユニット内のポリゴンモータなどの制御を行う。

#### 【0088】

##### 【カラー画像形成装置】

図4は本発明の実施態様のカラー画像形成装置の要部概略図である。本実施形態は、光走査装置（光走査光学系）を4個並べ各々並行して像担持体である感光ドラム面上に画像情 40  
報を記録するタンデムタイプのカラー画像形成装置である。図4において、60はカラー画像形成装置、11、12、13、14は各々実施形態1～4に示したいずれかの構成を有する光走査装置、21、22、23、24は各々像担持体としての感光ドラム、31、32、33、34は各々現像器、51は搬送ベルトである。尚、図4においては現像器で現像されたトナー像を被転写材に転写する転写器（不図示）と、転写されたトナー像を被転写材に定着させる定着器（不図示）とを有している。

#### 【0089】

図4において、カラー画像形成装置60には、パーソナルコンピュータ等の外部機器52からR（レッド）、G（グリーン）、B（ブルー）の各色信号が入力する。これらの色信号は、装置内のプリントコントローラ53によって、C（シアン）、M（マゼンタ）、Y 50

(イエロー)、B (ブラック) の各画像データ (ドットデータ) に変換される。これらの画像データは、それぞれ光走査装置 1 1, 1 2, 1 3, 1 4 に入力される。そして、これらの光走査装置からは、各画像データに応じて変調された光ビーム 4 1, 4 2, 4 3, 4 4 が射出され、これらの光ビームによって感光ドラム 2 1, 2 2, 2 3, 2 4 の感光面が主走査方向に走査される。

#### 【0090】

本実施態様におけるカラー画像形成装置は光走査装置 (1 1, 1 2, 1 3, 1 4) を 4 個並べ、各々が C (シアン), M (マゼンタ), Y (イエロー)、B (ブラック) の各色に対応し、各々平行して感光ドラム 2 1, 2 2, 2 3, 2 4 面上に画像信号 (画像情報) を記録し、カラー画像を高速に印字するものである。

10

#### 【0091】

本実施態様におけるカラー画像形成装置は上述の如く 4 つの光走査装置 1 1, 1 2, 1 3, 1 4 により各々の画像データに基づいた光ビームを用いて各色の潜像を各々対応する感光ドラム 2 1, 2 2, 2 3, 2 4 面上に形成している。その後、記録材に多重転写して 1 枚のフルカラー画像を形成している。

#### 【0092】

前記外部機器 5 2 としては、例えば CCD センサを備えたカラー画像読取装置が用いられても良い。この場合には、このカラー画像読取装置と、カラー画像形成装置 6 0 とで、カラーデジタル複写機が構成される。

#### 【0093】

20

#### 【発明の効果】

本発明によれば前述の如く屈折部を含む光学手段 (例えば、コリメータレンズ) に回折光学素子を付加し、屈折部と回折部のパワー比率を最適に設定することによって屈折部の材料 (例えば、プラスチック材料) の屈折率の温度依存特性によるパワー変化を補正し、かつ半導体レーザーのモードホッピングによって発生する屈折率の波長依存特性に起因する被走査面上でのピントずれを出力画像に劣化の認められない程度に小さく抑えることができる光走査装置及びそれを用いた画像形成装置を達成することができる。

#### 【0094】

さらに本発明によれば光源手段 (例えば、半導体レーザー) と屈折部を含む光学手段 (例えば、コリメータレンズ) を線膨張係数  $\rho$  の材質で一体的に保持することにより、保持部材の膨張によっても屈折部の材料の屈折率の温度依存特性によるパワー変化を補正する構成とし、それによって光源手段 (例えば、半導体レーザー) のモードホッピングによって発生する屈折率の波長依存特性に起因する被走査面上でのピントずれをより一層効果的に補正することができる。

30

#### 【0095】

特に、コリメータレンズとしてプラスチックレンズを使用した場合、環境変動に強く、高精細印字に適したコンパクトな光走査装置及びそれを用いた画像形成装置で顕著な効果を得ることができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態 1 の光走査装置の主走査断面図

40

【図 2】 本発明の実施形態 3 の光走査装置の主走査断面図

【図 3】 本発明の画像形成装置の実施形態を示す副走査断面図

【図 4】 本発明のカラー画像形成装置の実施形態を示す副走査断面図

【図 5】 従来の光走査装置の主走査断面図

#### 【符号の説明】

1 光源 (半導体レーザー)

2 コリメータレンズ

3 開口絞り

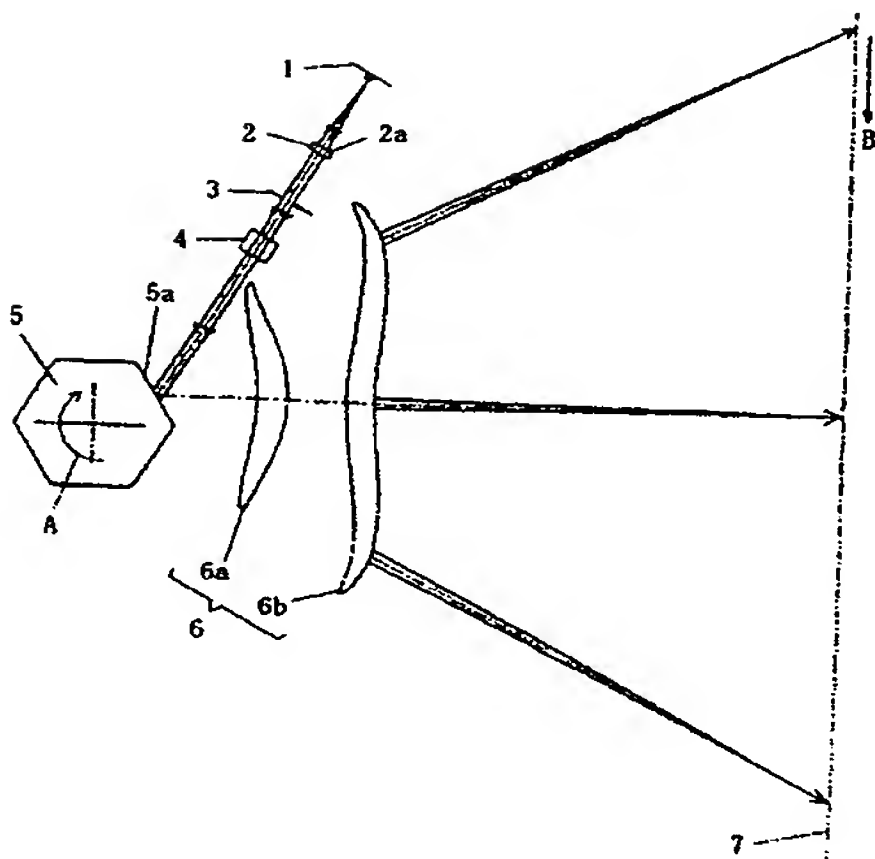
4 シリンドリカルレンズ

5 光偏向手段 (ポリゴンミラー)

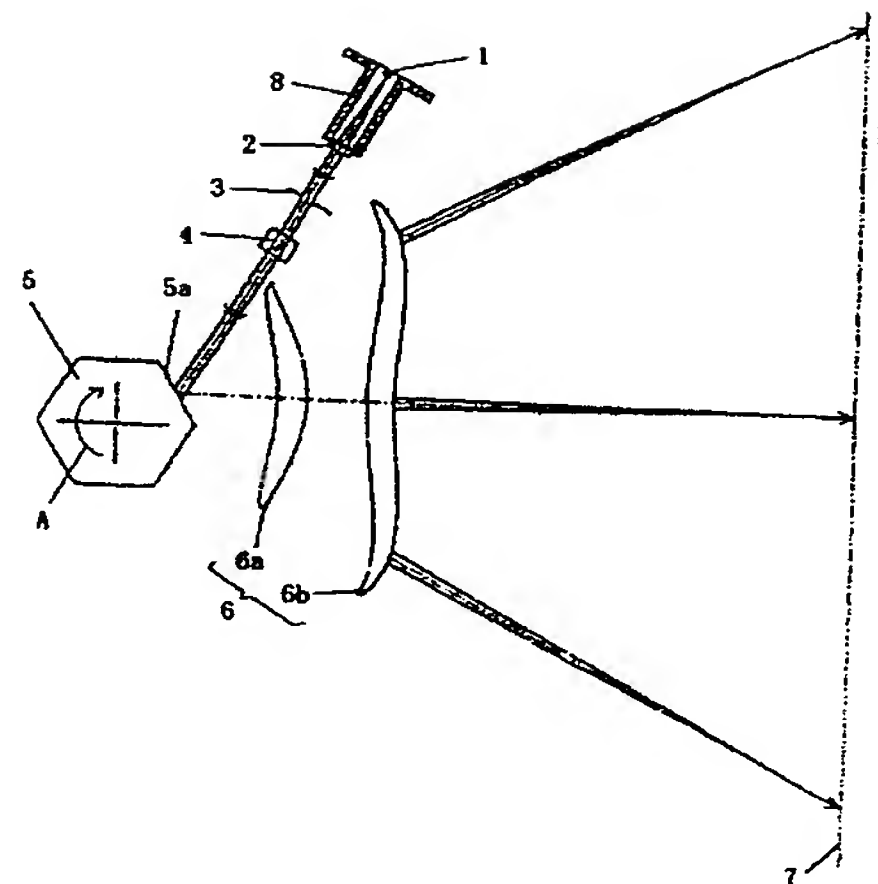
50

- 6  $f\theta$  レンズ
- 7 被走査面 (感光ドラム)
- 11、12、13、14……光走査装置
- 21、22、23、24……像担持体 (感光ドラム)
- 31、32、33、34……現像器
- 41、42、43、44……光ビーム
- 51……搬送ベルト41
- 52……外部機器
- 53……プリンタコントローラ
- 60……カラー画像形成装置

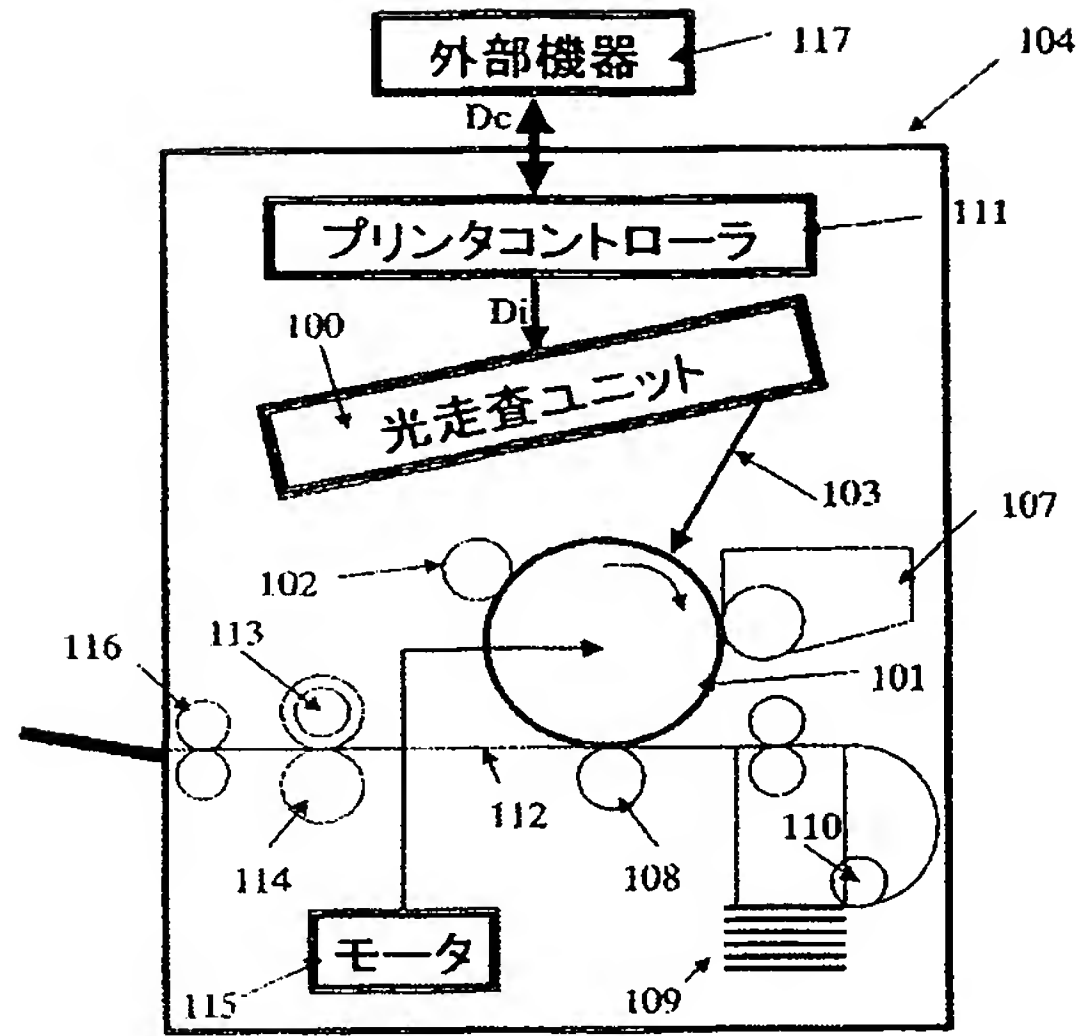
【図1】



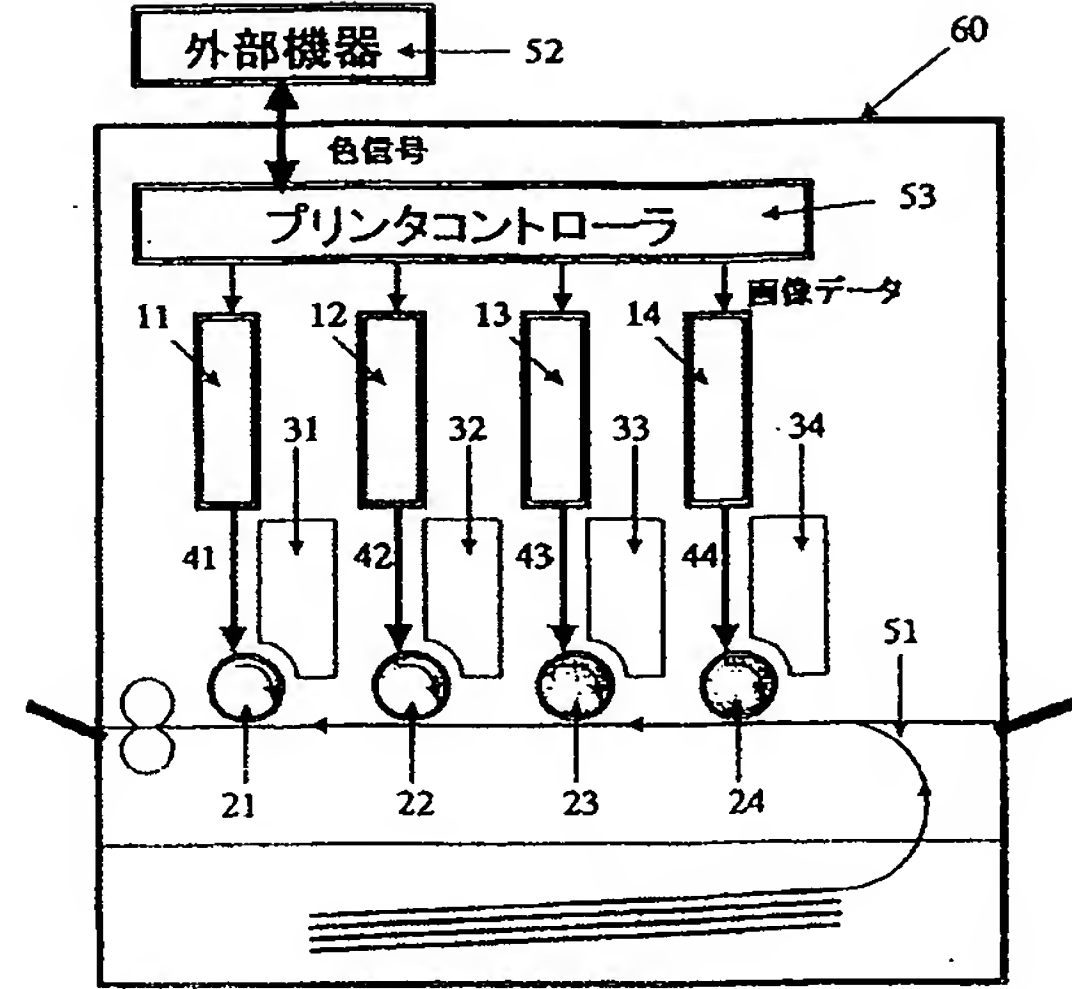
【図2】



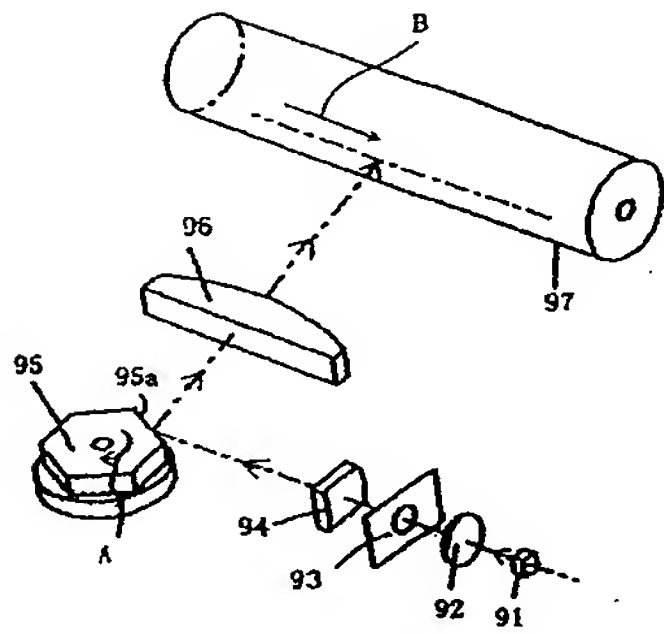
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード (参考)

H 0 4 N 1/04 1 0 4 A

F ターム (参考) 5C072 AA03 BA01 BA04 BA12 HA02 HA08 HA13 UA13 XA01 XA05